

Reference ⑤

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-168755

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl.

G01N 13/10

G01B 7/34

G01B 21/30

G01N 13/16

(21)Application number : 2000-368981

(71)Applicant : TOKYO SEIMITSU CO LTD

(22)Date of filing : 04.12.2000

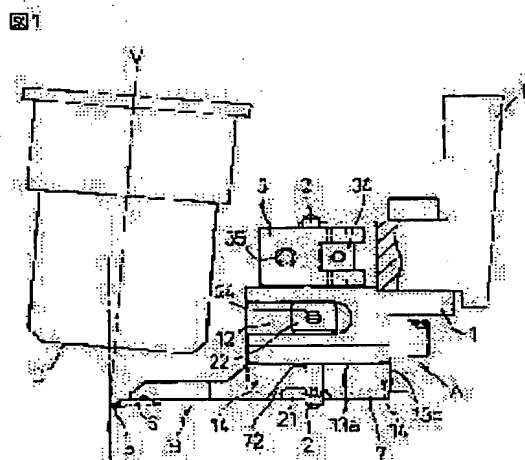
(72)Inventor : FUJITA TAICHI

(54) SCANNING PROBE MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning probe microscope capable of securing high holding accuracy and provided with a holding mechanism in which a probe is removable with good reproducibility without using optical system alignment.

SOLUTION: The scanning probe microscope comprises a probe holding mechanism A for pushing to hold a probe B having fixed a cantilever 6 provided with a probe 5 at its end by a lever 21 by a force acting equally on three clamp surfaces 3a, 3b, and 3c in a lower surface of a clamp body 1. A V-cut part 72 is provided by cutting in V-shape in about 45° inclination from one of the edge lines in the lower surface of a rectangular parallelepiped probe B, and the surface of the cut part 72 is pushed by the lever 21, thereby applying the equal force to the three clamp surfaces.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3589630

[Date of registration]

27.08.2004

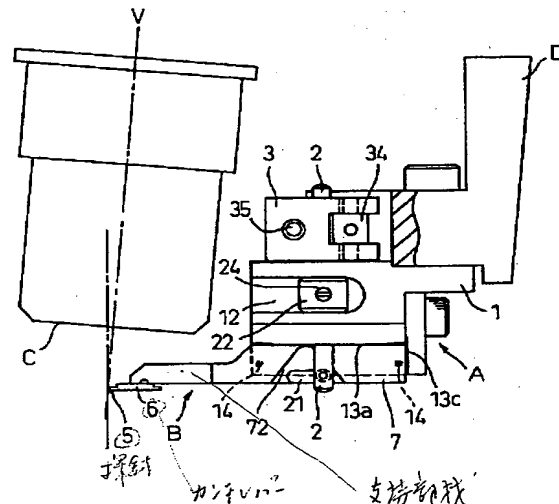
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料と探針とを近接して対向配置し、そのどちらかを走査させることで探針と試料表面との間の相互作用により生じる物理量を検出して試料表面の形状を原子レベルの分解能で測定する走査型プローブ顕微鏡において、

先端に探針を設けたカンチレバーを固着したプローブを、プローブ保持機構のクランプ本体下面の3つのクランプ面に等しく作用する力で、レバーによって押し付けて該プローブを該クランプ本体に押圧保持するプローブ保持機構を具備することを特徴とする走査型プローブ顕微鏡。

【請求項2】 前記クランプ面が、前記クランプ本体の下面に形成された3つの壁面であり、該3つの壁面に対して、前記レバーにより生じる押圧力がそれぞれ約45°の角度で等しく作用するように、直方体の前記プローブの下面の一方の稜線から約45°の傾斜角度でV字状にカットして、前記プローブの下面にV字切欠部を設けることを特徴とする請求項1に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項3】 前記クランプ本体の下面に形成された3つの壁面に微小な径の球が表面が露出する形で埋め込まれていることを特徴とする請求項2に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項4】 前記クランプ本体下面の3つの壁面のうち、底壁に3個、長手方向の側壁に2個、後の側壁に1個の微小な径の球がそれぞれその一部の表面を露出するように埋め込まれていることを特徴とする請求項3に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項5】 前記プローブ保持機構が、前記プローブを受け入れる前記クランプ本体と、前記レバーを取り付けた回動軸と、該回動軸を回動させるテコ部材と、該テコ部材に作用する駆動機構とより構成されていることを特徴とする請求項1に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項6】 前記駆動機構が、前記レバーをロック状態からの解放位置に駆動するためのエアシリンダと、前記レバーをロック位置に戻すためのスプリングによって付勢される押圧棒とを有していることを特徴とする請求項5に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項7】 前記レバーの先端が半球状であることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項8】 前記プローブの探針を、X、Y、Z方向に微調整することができる微調整機構を更に備えていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【請求項9】 前記プローブと接触する前記レバー及び前記クランプ本体の接触部が磁性材により形成されていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の走査型プローブ顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、原子間力顕微鏡(AFM)等の走査型プローブ顕微鏡に関し、特にそのプローブ保持機構に関する。

【0002】

【従来の技術】走査型プローブ顕微鏡は、試料とこれに対向配置した探針とを近接させて、探針又は試料を走査することにより、探針と試料表面との間の相互作用で生じる物理量を検出して試料表面の形状を原子レベルの分解能で測定するもので、原子間力顕微鏡(AFM)がこれに該当する。

【0003】原子間力顕微鏡は、カンチレバー等によって支持される探針を試料表面に近づけることによって、探針先端の原子と試料表面の原子との間に生じる微小な原子間力を測定し、上記原子間力が探針と試料との距離によって一義的に定まるという性質を利用し、試料表面に沿って走査しながらその原子間力が一定となるように探針と試料との間の距離を調整して、探針又は試料の高さ方向の軌跡により試料表面の凹凸形状を測定するものである。

【0004】このような走査型プローブ顕微鏡の性能は探針の微妙な形状に敏感に影響される一方で、探針が試料面内を走査することにより探針の破損や劣化が生じ、この探針、主に先端形状の変形は測定精度に多大な悪影響を及ぼし、装置の信頼性及び分解能に問題を生じる。そのため探針が劣化する前に交換する必要がある。その場合、探針を支持するカンチレバーを取り付けたプローブごと交換することが行われている。

【0005】従来より、このような探針をもつプローブの保持方式として、バキュームチャック式、マグネット式、ワイヤ固定式等が、特許第2900945号公報、特許第2853585号公報、特開平10-267948号公報、特開平11-211734号公報により公知である。しかしながら、これらの従来の方式は、バキューム源がダウンすると保持不能となることや、バキューム源が必要であるためコストがかかることや、試料が磁界の影響を受けることや、高精度な保持精度が確保できず、プローブを保持した後に光学系でその精度を補償するようにしていたためその調整に時間を要する等の問題があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記問題に鑑み、高精度な保持精度が確保できて、光学系でのアライメントを必要とすることなく再現性良くプローブを着脱できると共に、プローブ保持機構の省スペース化が計れ、電源断時等における保持不能の不具合の生じることのないプローブ保持機構を具備した走査型プローブ顕微鏡を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載の走査型プローブ顕微鏡を提供する。請求項 1 に記載の走査型プローブ顕微鏡は、先端に探針を設けたカンチレバーを精度補償して固着したプローブを、クランプ本体下面の 3 つのクランプ面に等しく作用する力でレバーによって押し付けて保持するプローブ保持機構を具備したものであり、プローブの位置を高精度に保持することができ、保持後の光学系でのアライメントを不要としている。

【0008】請求項 2 の該顕微鏡は、直方体のプローブの下面に、該下面の一方の稜線から約 45° の傾斜角度で V 字状にカットして V 字切欠部を設け、この切欠部の面をレバーにより押圧することで、クランプ本体下面に形成された 3 つの壁面にレバーの押圧力がそれぞれ約 45° の角度で等しく作用するようにしたものであり、単純な機構で 3 つの面に等しい押圧力を働かすことができる。請求項 3 の該顕微鏡は、クランプ本体下面の 3 つの壁面にその一部の表面を露出する形で微小な径の球を埋め込んだものであり、これにより、壁面の粗さに影響されることがなく、点接触によりプローブを高精度に位置付けて保持することができる。

【0009】請求項 4 の該顕微鏡は、3 つの壁面に埋め込まれる球の数を規定したものであり、合計 6 つの球による点接触とレバーによる押圧点の 7 つの点接触によってプローブを保持するものである。請求項 5 の該顕微鏡は、プローブ保持機構の構成を具体化したものであり、レバーの回動動作によりプローブを保持できるので、保持部分の省スペース化を計れ、劣化対策用として予備プローブが多数配列された場合でも、取り出すことが容易である。

【0010】請求項 6 の該顕微鏡は、レバーを駆動する駆動機構が、レバーをロック状態から解放位置へと駆動するエアシリンダと、レバーをロック位置に戻すためのスプリングによって付勢される押圧棒とを有していることを規定したものであり、プローブはバネ圧によってクランプ本体に保持される。請求項 7 の該顕微鏡は、レバーの先端を半球状としたものであり、レバーは点接触でプローブを押圧することで押圧力が効率良くプローブに作用する。

【0011】請求項 8 の該顕微鏡は、プローブの探針を X、Y、Z 方向に微調整することができる微調整機構を更に備えるようにしたもので、原子間力顕微鏡等の光学的手法で微小変位を検出する際に、微調整機構を小型・軽量化することで慣性モーメントによる影響を低減し、測定精度の向上が可能となる。請求項 9 の該顕微鏡は、プローブと接触するレバー及びクランプ本体の接触部を磁性材により形成したものであり、これにより、プローブとの当接により発生するゴミ、パーティクル等をこの磁性材の部分に付着させて、落ちて散らばらないように

している。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構について説明する。図 1 は、本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構の側面図である。図 1 は、プローブ保持機構 A と、これに保持される直前のプローブ B と、顕微鏡の対物レンズ C との関係を示している。この図では対物レンズ C が傾斜して配置されているように見えるが、実際は対物レンズ C が垂直に配置され、これに対してプローブ B がやや傾斜して保持されるものである。なお、前記保持機構 A は、支持体 D にボルト等で固定されている。

【0013】図 1 ～ 4 に示されるように保持機構 A は、基本的にクランプ本体 1、レバーの回動軸 2、テコ部材 3、及びテコ部材 3 を回動する駆動機構 4 とから構成されている。クランプ本体 1 は、回動軸 2 を挿入するための垂直方向に貫通する孔 11 と、側面がコの字状に切り込まれたスラスト軸受 22 の受入れ部 12 と、プローブ B の 3 つの面が当接するように受け入れるための下面に凹設された、クランプ面を構成する凹部 13 とが形成されている。クランプ本体 1 の受入れ部 12 に配置されるスラスト軸受 22 には、挿入される回動軸 2 がスラスト方向に移動しないようにするためのロックネジ 24 が設けられている。クランプ本体 1 の下面に形成された、クランプ面を構成する凹部 13 は、プローブ B と当接するための底壁 13a と 2 つの側壁 13b、13c とを有し、他の 2 の側壁は除去されている。これらの底壁及び側壁には、プローブ B と点接触させるためにサファイア（アルミナ）製の約 0.5 mm 程の径の球 14 が、その一部の表面が露出する形で、底壁 13a に 3 箇所、長手方向の側壁 13b に 2 箇所、他の側壁 13c に 1 箇所埋め込まれている。

【0014】クランプ本体 1 内を挿通する回動軸 2 の先端部には、先端が半球状に形成されたレバー 21 が設けられている。回動軸 2 は、クランプ本体 1 のスラスト軸受 22 の上下にそれぞれ配設されたラジアル軸受 23 に回動自在に軸支されている。したがって、回動軸 2 の回動にともなって、図 4 に示すようにレバー 21 が、プローブ B をロックする位置と、ロックを解放する位置との間で、例えば約 90° 、回動する。この回動軸 2 は、クランプ本体 1 の上部に載置された、後に詳述するテコ部材 3 を挿通している。

【0015】テコ部材 3 には、回動軸 2 が挿入される孔 31 と、この孔につながっているスリット部 32 と、被押圧部材 34 を軸支するために上部と下部に設けられた 2 股状の支承部 33 とが形成されている。スリット部 32 には、回動軸 2 を締め込むための締め込みネジ 35 が設けられており、このネジ 34 を締め込むことで、テコ部材 3 と回動軸 2 とはしっかりと固定される。

【0016】図3に示されるように支持体Dには、テコ部材3を回動するための駆動機構4が取り付けられている。この駆動機構4は、テコ部材3に軸支された被押圧部材34を押圧してテコ部材3を回動させ、図4に示されるようにレバー21をロックからの開放位置へと動かすためのエアシリンダ41と、テコ部材3に関してエアシリンダ41と反対側にバネ力によって被押圧部材34を押圧してテコ部材3をエアシリンダ41による回動とは逆方向に回動させ、レバー21をロック位置へと動かすための押圧棒42と、を有している。図5に示されるように、押圧棒42は、調整ネジ43内に摺動可能に挿入され、この押圧棒42と調整ネジ43との間にスプリング44が配置されている。したがって、調整ネジ43のナット部を回すことにより、スプリング44の付勢力が調整できる。符号45は、調整ネジ43を固定する止めネジである。

【0017】図6は、前記保持機構Aに保持されるプローブBを示している。プローブBは、探針5が設けられたカンチレバー6と、このカンチレバー6を接着等により取り付けられるカンチレバーホルダ7とから構成されている。カンチレバーホルダ7には、その先端の下面には、カンチレバー6を接着する接着剤の流れを良くするための溝71が形成されると共に、直方体部分の下面の一方の稜線から約45°の角度でV字状にカットされたV状切欠部72が形成されている。したがって、V状切欠部72の面72aは、カンチレバーホルダ7の上面及び2つの側面に対し、等しく約45°傾斜している。このカンチレバーホルダ7が前述のクランプ本体1に保持されるとき、レバー21がV状切欠部72内に入り込んで切欠部72の約45°の面72aを押圧することにより、このカンチレバーホルダ7の上面及び2つの側面（切欠部72が形成されていない側面と後側の側面）が、クランプ本体1のクランプ面を形成する凹部13の底壁及び2つの側壁に埋め込まれた6つの球14にそれぞれ当接し、クランプ面に対し等しい力で作用している。また、プローブBと接触するレバー21及びクランプ本体1の接触部を磁性材で形成してもよい。これにより、プローブBとの当接により発生するゴミ、パーティクル等がこの磁性材の部分に付着し、落ちて散らばることがない。

【0018】図7、8、9は、プローブBの探針をX、Y、Z方向に微調整する微調整機構8を示している。この微調整機構8は、プローブ保持機構Aを固定している支持体Dと、対物レンズCを保持しているホルダ9との間に設けられており、この間にXスライダ81とYスライダ82とが介在している。ホルダ9とXスライダ81とは、X方向に摺動可能で、Y、Z方向には拘束される形で嵌合している。ホルダ9にはY方向に長穴9aが開孔され、Xスライダ81には長穴9aに対しやや傾斜した傾斜長溝81aが設けられ、この長穴9aと傾斜長溝81aに渡って円柱軸10aが配置されている。ホルダ

9には、調整ネジ9dが長穴9aの長手方向に横断して配置される。この調整ネジ9bは、円柱軸10aと直交し、これを貫通する形で円柱軸10aと螺嵌している。従って、調整ネジ9dの回動により円柱軸10aがY方向に移動すると、Xスライダ81の傾斜長溝81aにも円柱軸10aが到達しているため、Xスライダ81はY方向の拘束により、X方向に摺動する。これにより、X方向の微調整が行える。

【0019】同様に、Xスライダ81とYスライダ82とは、Y方向に摺動可能で、X、Z方向には拘束される形で嵌合している。Xスライダ81には、Z方向に長穴81bが開孔され、Yスライダ82には、この長穴81bに対しやや傾斜した傾斜長溝82bが設けられ、この長穴81bと傾斜長溝82bに渡って円柱軸10bが配置されている。Xスライダ81には、調整ネジ81dが長穴81bの長手方向に横断して配置され、この調整ネジ81dは、円柱軸10bと直交し、これを貫通する形で円柱軸10bと螺嵌している。従って調整ネジ81dの回動により円柱軸10bがZ方向に移動すると、円柱軸10bがYスライダ82の傾斜長溝82bに達しているために、Yスライダ82は、Z方向は拘束されているためY方向に摺動する。これにより、Y方向の微調整が行える。

【0020】同様に、Yスライダ82と、プローブ保持機構Aを固定している支持体Dとは、Z方向に摺動可能で、X、Y方向に拘束される形で嵌合している。Yスライダ82には、Y方向に長穴82cが開孔され、支持体Dには、この長穴82cにやや傾斜して傾斜長溝Dcが設けられ、この長穴82cと傾斜長溝Dcとに渡って円柱軸10cが配置されている。Yスライダ82には、調整ネジ82dが長穴82cの長手方向に横断して配置され、この調整ネジ82dは、円柱軸10cと直交し、これを貫通する形で円柱軸10cと螺嵌している。従って、調整ネジ82dの回動により円柱軸10cがY方向に移動すると、円柱軸10cは支持体Dの傾斜長溝Dcに達しているために、支持体DはY方向に拘束されているためZ方向に摺動する。これにより、Z方向の微調整が行える。

【0021】なお、ホルダ9とXスライダ81、Xスライダ81とYスライダ82、及びYスライダ82と支持体Dとは、互いにボルト等により支持される。このように、本発明の走査型プローブ顕微鏡のプローブ探針のX、Y、Z方向の位置の微調整機構8は、コンパクトで軽量化できるため、この顕微鏡の光学的手法で微小変位を検出する際に、慣性モーメントによる影響を低減し、測定精度の向上が可能である。

【0022】以上のように構成されたプローブ保持機構Aの作動について説明する。プローブBがプローブ保持機構Aに保持されていない初期状態においては、エアシリンダ41によって、スプリング44の付勢力に抗して

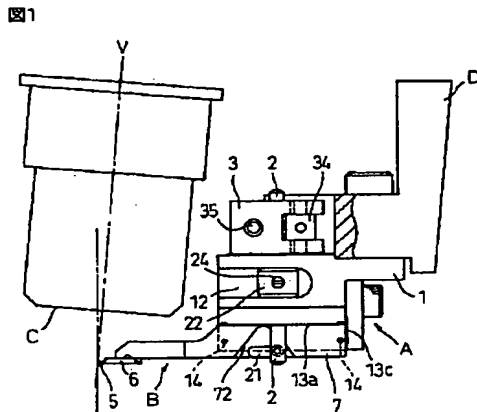
テコ部材3と回転軸2とは約90°反時計方向に回転してレバー21は解放状態である長手方向を向いている。この状態で、プローブBが図示されていない供給機構により、図1に示されるようなセット位置に運ばれクランプ本体1の下面に近接して配置される。次いでエアシリンダ41による押圧力が解除され、スプリング44の付勢力によりテコ部材3と回転軸2とは時計方向に約90°回転し、これによりレバー21は、図4に示されるようにプローブBのロック位置(長手方向に直角な方向)へと回転し、カンチレバーボルト7に形成されたV状切欠部72の面にその先端が当接して、これを押圧し、プローブBをクランプ本体1の下面で保持する。したがって、スプリング44の付勢力がプローブBの保持力となっている。プローブBを保持機構Aから解放するには、スプリングの付勢力に抗してエアシリンダ41を作動させ、レバー21を反時計方向に約90°回転することで行われる。

【0023】以上説明したように、本発明の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構においては、レバーの回転によってプローブのロック及び解放を行っているために保持機構の省スペース化が計れると共に、プローブを点接触によって保持しているために、保持面の面粗度に影響されることなく高精度にプローブを自動交換することができる。また、バキュームを使用していないのでバキュームダウンの恐れがなく、かつ磁力によらないので磁気の影響を受けることもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構の側面図である。

【図1】



*【図2】本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構の正面図である。

【図3】本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構の上面図である。

【図4】本発明の実施の形態の走査型プローブ顕微鏡のプローブ保持機構の下面図である。

【図5】本発明のプローブ保持機構の駆動機構を示す図である。

【図6】本発明のプローブ保持機構に使用されるプローブの側面図と平面図である。

【図7】本発明のプローブ保持機構に使用される微調整機構の正面図である。

【図8】図7の微調整機構の側面図である。

【図9】図7の微調整機構の平面図である。

【符号の説明】

A…プローブ保持機構

B…プローブ

C…対物レンズ

1…クランプ本体

14…球

2…回転軸

21…レバー

3…テコ部材

4…駆動機構

41…エアシリンダ

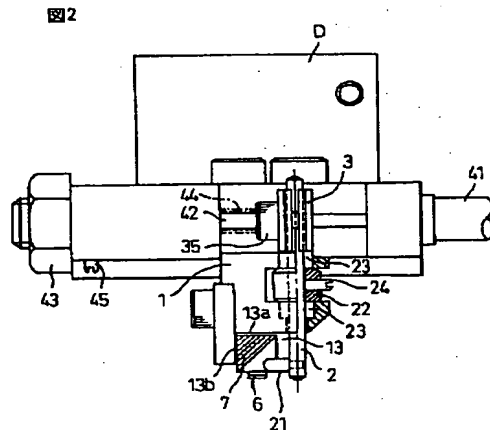
42…押圧棒

43…調整ネジ

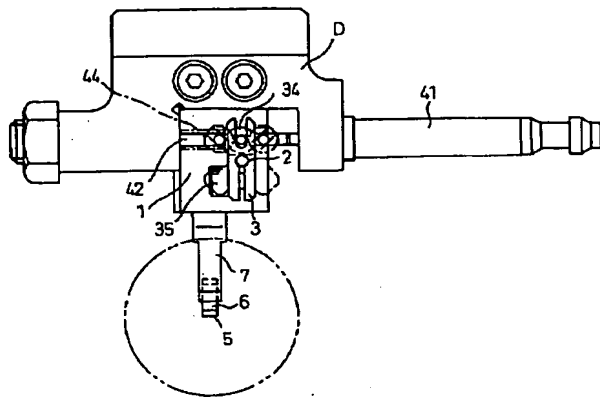
44…スプリング

8…微調整機構

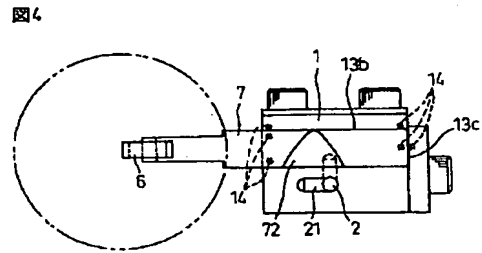
【図2】



【図3】

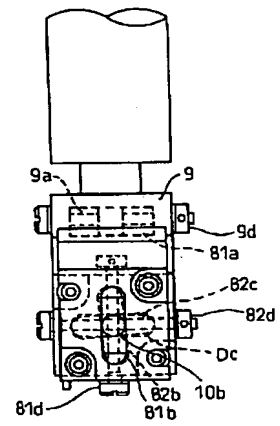


【図4】



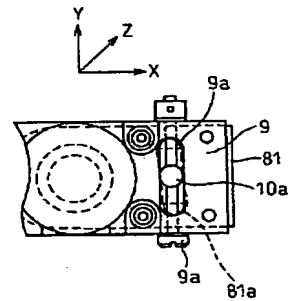
【図8】

図 8



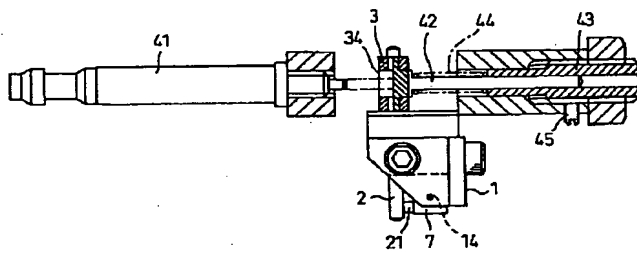
【図9】

図 9



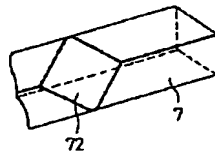
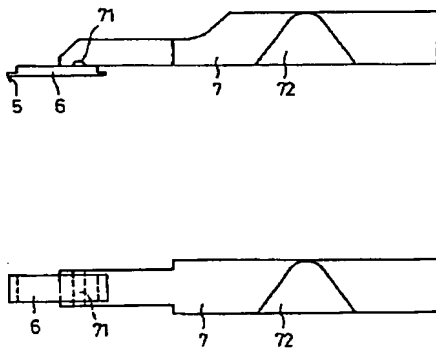
【図5】

図 5



【図6】

図 6



V状切欠部斜視図

【図7】

図 7

